経済分析における幾何平均の活用
－事例を重視した教材研究を中心に－

張　　　興　和

目　次

はじめに

「大学生数学基本調査[1]」では、大学生の４人に１人は「平均」の意味を正しく理解していない[1)]という意外な結果が得られた。驚くと同時に、一見して簡単そうで実際は奥深い「平均」を徹底的に研究し、「平均」の教え方を見直す必要があると実感じたため、「平均」に関する教材研究を始めたのである。

前報[2)]では、速度のような２種の量（距離／時間）の比であり、往復平均速度のように分子（距離）を基準にしている場合に、往復平均速度の求め方から調和平均を導出した。その後、自動車の平均燃費、同額購入の平均購入単価など具体的な事例を挙げて調和平均の使い方を紹介した。しかし、紙面の都合で前報は「調和平均」のみに限った。

本稿では、経済分析において多く利用されるGDPの平均成長率の計算方法を詳細に説明するが、幾何級数的増加型のデータの代表例として、今日の情報社会にふさわしいと思われるハードディスク容量の推移を取り上げる。このような例を通じて、なぜ幾何平均を取らなければならないのか、

1　2011年に国公私立大48校の大学一年生約６千人を対象に日本数学会が実施した調査である。読売新聞、朝日新聞、毎日新聞、日本経済新聞などの全国紙で大きく取り上げられ、社会の関心が大変高かった。

一体幾何平均は何の意味を持つのか、また幾何平均にどんな特徴があるのか、算術平均とどんな関係があるのか、どんな場合に使うべきか、などの疑問を解明し、幾何平均の理解と活用に役立てたいと考えている。

正確に理解させるためには、上手な言葉で説明するよりも適切な例で示すほうが効果的であることは、筆者が教わるときに強く実感し、教える立場になってからも疑うことはなく確信していることである。本稿でも抽象的な説明を省き、これまでの教材研究で得られた観点と考案された例題を示しながら説明していく。

１　データの幾何級数的増加

１．１　時系列データの増え方

まず、ある一定期間において、出発点の２から終着点の８に増加した場合は、その増え方を考えてみよう。少なくとも、「出発点の２と無関係に６だけ増加した」、あるいは「出発点の４倍に膨張した」という２通りの考え方があるだろう。その期間が２年間であった場合、「２→５→８のように、毎年、前年の値と無関係に３ずつ増加している」、あるいは「２→４→８のように、毎年、前年の値の１倍ずつ増加し、つまり前年の値の２倍になっている」と考えられる。

前者は、一定期間に前の値と無関係に一定の量だけ増加している場合で「算術級数的増加」と呼ばれ、後者は、一定期間に前の値に対する一定の比で増加している場合で「幾何級数的増加[2]」と呼ばれている。実際、データの増え方は様々あるが、「一定の量で増加している」あるいはそれにに近い場合は「算術級数的増加」、「一定の比で増加している」あるいはそれにに近い場合は「幾何級数的増加」として扱われている。

ゼロ金利時代に入り、利子を気にする人が少なくなっているが、データの増え方を説明するにはやはり「利子」が魅力的な例であるだろう。利子の付き方には単利と複利がある。単利は元本を変化させずに利子を決めるに対して、複利は元本に利子を加えた金額を元にして次回の利子を決める。単利の場合は金額が算術級数的増加であるに対して、複利の場合は金額が幾何級数的増加である。

利子というと、2015年に「100年定期預金」というニュース[3)]で一時騒いだことがある。新潟貯蓄銀行が1915年に募集した「超長期」の100年定期預金が満期となり、利率が年６％の複利であった

２　幾何級数は幾何数列（等比数列）の項の総和と定義されるが、幾何数列自身を指す場合もあるので、曖昧な言葉と思われる。本稿では幾何数列の意味として使っている。また、幾何級数的増加は、指数関数的増加とほぼ同様に用いられている。その違いは時間の扱い方だけであり、時間を連続的変数として扱う場合には指数関数的増加、時間を不連続変数として扱う場合には幾何級数的増加と呼ばれている。それと同様に、本稿では算術級数を算術数列（等差数列）と同意とする。

め、受け取れる金額は当時預けた金額の339倍に達した[3]という。これに対して、もし同率の単利であったら、61倍[4]にしかならず、両者の差が大きいことに驚くだろう。更に、その差は預金年数が長ければ長いほど、利率が高ければ高いほど広がることになる。

幾何級数的増加は、加速的に莫大な数を生み出すため、持続することができなく、場合によっては深刻な結果を招く。人口は、毎年同じ人数よりも、人口の一定の比（出生率）で誕生するので、幾何級数的増加であると考えられる。それがもたらす危険性を指摘したのが200年以上前のマルサスである。彼の『人口論』（1798年）では、「人口は制限されなければ幾何級数的に増加するが、それを支える食糧の生産高は算術級数的にしか増加しないので、人口増加は食糧生産の増加を上回り、人口過剰による食糧不足の発生は必然である」と警鐘を鳴らした。

１．２　ハードディスク容量の推移

時系列データには、預金額や人口などのように幾何級数的増加を示す事例が多いが、パソコンや高機能携帯電話が普及している今日では、最も実感しやすいのはきっと情報量の増加であるに違いないだろう。情報化社会の進展に伴い、通信速度やCPUクロック周波数、メモリやハードディスクの容量がともに幾何級数的に増加していると考えられる。ここで、身近にあるハードディスクの容量の推移を調べてみる。

図１は1998～2003年の６年間におけるパソコンに搭載したハードディスク（HDD）の容量の推移[4)]

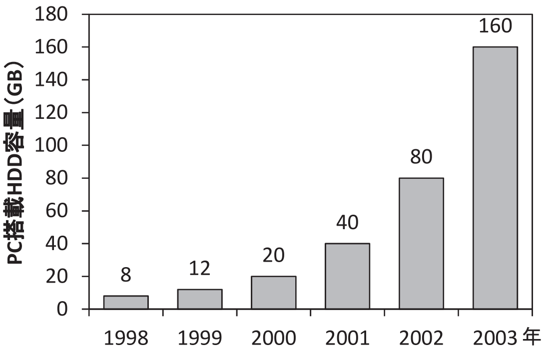

図１　パソコン搭載HDD容量の推移

３　日本経済新聞（http://www.nikkei.com/article/DGXLASDG29H15_Z21C15A2CR8000/）によれば、受け取れる金額が当時預けた金額の339倍になるが、現在の貨幣価値は当時の数千分の１以下と下がっているという。また、「証書は有効だが、解約しても額面の数字しかお支払いできない」なので、「記念に保管する」となっているという。

４　単利の場合、元利合計＝元本×（１＋利率×年数）＝元本×（１＋0.06×100）＝61×元本；複利の場合、元利合計＝元本×（１＋利率）年数＝元本×（１＋0.06）100＝339×元本。

を示している。パソコン搭載HDDの容量は、わずか５年間で８GBから160GBに増加している。容量が加速的に増加している様子は、同図で一目瞭然に確認できる。

表１は図１と同じデータではあるが、HDD容量の増え方を見るため、容量の推移とともに、「対前年差」（前年との差＝今年の値－前年の値）と「対前年比」（前年との比＝今年の値／前年の値）も示されている。表中の「対前年差」、「対前年比」の値に注目すれば、決して「一定の量で増加している」ではなく、「一定の比で増加している」に近いことが判明できる。

表１　パソコン搭載のHDD容量の増え方

年	容量（GB）	対前年差（GB）	対前年比（－）
1998	8	－	－
1999	12	4	1.5
2000	20	8	1.6667
2001	40	20	2.0
2002	80	40	2.0
2003	160	80	2.0

表１で示されたパソコン搭載のハードディスク容量の時系列データは、一見不規則に増えているが、対前年比からわかるように、幾何級数的増加という簡単な法則がデータの中に隠れている。実際、経済の時系列データには、それと同様に幾何級数的増加に従って表れるものが多い。それを解析すれば、データの動きの規則性が見えて、それを予測することも可能となる。時系列データは時間の関数であり、その変化の方向や大きさを見るには、変化率（増加率、減少率、上昇率、下落率など）が用いられる。

１．３　限界効用逓減の法則

以上示したように、時系列データには幾何級数的増加を示すものが実に多い。一方、時系列データではないが、刺激の物理量の幾何級数的増加に対して、人間が感じ取れる感覚量は算術級数的増加であるものがある。この場合、人間の感覚に合わせて、このようなデータを幾何級数的増加として扱うことになる。よく知られているのは、「限界効用逓減の法則」[5)] である。

「限界効用逓減の法則」とは、限界効用（財１単位の増加から得られる効用）は、その財の保有量（消費量）が増加するに伴って低下していくという経験則である。その法則によれば、100万円が110万円になるときと、1000万円が1010万円になるときは、同じく10万円増加であるが、その効用は異なり、後者の効用が前者より低い。

「財から得られる効用はその財の保有量の対数に比例する」と仮定される場合、「限界効用はその

財の保有量に反比例する」と、限界効用を定量化することができる。すると、同じく10万円増加するにもかかわらず、100万円が110万円になるときの限界効用は10％であるに対して、1000万円が1010万円になるときの限界効用は１％でしかない。前者と同じ効用を得るためには、後者には100万円増加する必要がある。

「限界効用逓減の法則」に類似しているのは心理学で有名な「ウェーバー・フェヒナーの法則」[6)]である。1834年に行なった錘を持ち上げる実験で、錘の重さの変化を感じ取ることができるのは、「何ｇ増えたか」という「量」の変化ではなく、「何倍になったか」という「比」に依存するという結果から、「ウェーバー・フェヒナーの法則」が発見された。

「ウェーバー・フェヒナーの法則」は、「人間の感覚量は刺激の物理量の強度の対数に比例する」と表現できる。つまり、人間が感じる明るさ感は光の強さの対数に、人間が聞こえる音の大きさは音の強さの対数に比例する。

２　幾何平均の意味と計算方法

２．１　幾何平均とは何か

幾何級数的増加（減少）のデータは、期間ごとに増加率（減少率）が異なるのが一般的である。実績に対する評価や他のデータとの比較、あるいは予測を行うために、複数期間の異なる増加率を平均増加率という１つの代表値に縮約することがよくあるが、この平均増加率を求めるには幾何平均（相乗平均）が用いられる。

なぜ幾何平均でなければならないのかを説明するために、表１に示したパソコン搭載のHDD容量のデータの一部を、表２に再度示し、算術平均と幾何平均をそれぞれ取って、どれが正しいかどれが間違っているかを考えてみる。

まず容量の算術平均と幾何平均をそれぞれ取ってみる。容量の６つのデータを全部足してデータの数６で割ると、算術平均53.3が得られる。この値は大容量側に偏り、６つのデータの代表値としては相応しくないことが判断できる。これは、算術平均を取ることが間違っていることを意味している。しかし、６つのデータを全部掛け合わせて６乗根を取ると、約32となる。この値は、６つの

表２　HDDの容量の平均と「対前年比」の平均

年	容量（GB）	対前年比（－）	年	容量（GB）	対前年比（－）
1998	8	－	2002	80	2.0
1999	12	1.5	2003	160	2.0
2000	20	1.6667	算術平均	53.3	1.8333
2001	40	2.0	幾何平均	31.5	1.8206

データの真ん中に位置し、中央値30にも近いので、適切な代表値と認められる。これが幾何平均である。

次に、表２の「対前年比」の算術平均と幾何平均をそれぞれ取ってみる。５つのデータを全部足してデータの数５で割ると、算術平均1.8333となる。この平均倍率は、５年間において毎年この一定の倍率で増加し、終点の2003年に160GBになることを意味しているが、検算すると$8 \times 1.8333^5=166$となり、160にはならない。これは、倍率の算術平均は平均倍率を過大に見積もってしまうことを示している。一方、５つのデータを全部掛け合わせて５乗根を取ると、約1.8206となる。同様に検算すると、$8 \times 1.8206^5=160$となり、これは平均倍率を求める目的に合致する。この1.8206が幾何平均である。

幾何平均とは、全データの相乗積の同次乗根である。この時、データの全ては正でなければならない。幾何平均の計算式は次に示す通りである（式１）。幾何平均の計算が複雑ではあるが、Excel関数に幾何平均を求めるためのGEOMEAN関数が用意されているので、決して難しいことではない。

$$\mathbf{G}=\sqrt[n]{x_1 x_2 \cdots x_n}=(x_1 x_2 \cdots x_n)^{\frac{1}{n}}=\left(\prod_{i=1}^{n} x_i\right)^{\frac{1}{n}} \qquad \text{（式１）}$$

幾何平均は平均値の一種であり、以上で示したように、幾何級数的増加（減少）のデータ、または幾何級数的増加（減少）のデータの倍率の平均値を求めるのに用いられる。増加率（成長率、伸び率）の平均を求める場合、まずそれらの増加率を倍率に直してから幾何平均を用いて平均倍率を算出し、次に平均倍率を平均増加率に換算しなければならない。

幾何平均は長方形から正方形への等積変形であると幾何学的に解釈できる。aとbを辺の長とする長方形（矩形）と同じ面積の正方形の１辺の長さがaとbの幾何平均である（図２）。同様に、a、b、cを辺の長さとする長方体（直方体）と同じ体積の立方体の１辺の長さがa、b、cの幾何平均である。

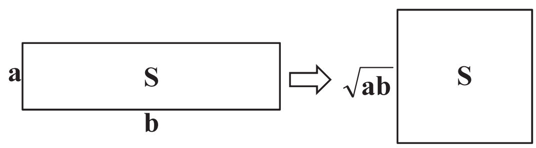

図２　長方形から正方形への等積変形

2．2　幾何平均の計算例

幾何平均の計算例として、まず、上述したHDDの平均容量と平均倍率の計算式を示しておく。

平均容量 $\sqrt[6]{\mathbf{8 \times 12 \times 20 \times 40 \times 80 \times 160}} = \mathbf{31.5}$ (GB)

平均倍率 $\sqrt[5]{\mathbf{1.5 \times 1.7 \times 2 \times 2 \times 2}} = \mathbf{1.8206}$ (倍)

経済分析の上では、GDPのようなデータ自身の大きさ、つまり「レベル」を見るよりも、その「変化」を重視する場合が多い。その変化を計るための指標が変化率であるが、GDPの場合には特に成長率と呼ぶ。GDPの成長率は期間ごとに統計するが、長期間の経済成長を見る時、複数期間の平均成長率を求める必要がある。

ここで、2011～2015年における日本の実質暦年国内総生産（支出側）の年成長率[5]を用いて、過去５年間の平均成長率の計算方法を表３に示す。まず各年の成長率に１を足して倍率に直し、それから各年の倍率の幾何平均を求めると平均倍率1.0063が得られる。平均倍率から１を引けば、年平均成長率0.63％が算出される。

表３　日本国内総生産実質値の年平均成長率の計算例

	11年	12年	13年	14年	15年	幾何平均
成長率	−0.45％	1.74％	1.36％	−0.03％	0.54％	
倍　率	0.9955	1.0174	1.0136	0.9997	1.0054	1.0063

５年間の年平均成長率0.63％を用いて算出された予測値と実績値[7)]との比較を図３に示す。年平均成長率が微小のため指数関数の曲線[6]である予測値は直線のように見えるが、実績値をよく表現していることがわかる。これは毎年の成長率のばらつきが小さいからである。

この例では、成長率の算術平均を取っても、正しい値との差はわずかである。算術平均で近似しても大きな問題がなさそうである。しかし、これは、毎年の成長率のばらつきが小さいことによるものである。データのばらつきが大きくなると両者の差が無視できなくなる。例えば30％下落の後に40％上昇した場合、算術平均で考えると大きく成長しているように錯覚されやすいが、実際は依然として下落前の水準にまで戻らず、平均的にはマイナス成長である。

5　内閣府統計データ（http://www. esri. cao. go. jp/jp/sna/data/data_list/sokuhou/files/2016/qe162/ gdemenuja.html)、実質暦年の国内総生産（支出側）に基づき算出。

6　2010年の実質GDPの実績値が512.65兆円であるため、2010年を基準年とした経過年数x（西暦年と2010の差、０～５の整数の値を取る）の指数関数512.65（１＋0.63％）xを用いて、2015年までの実質GDPの予測値を算出する。

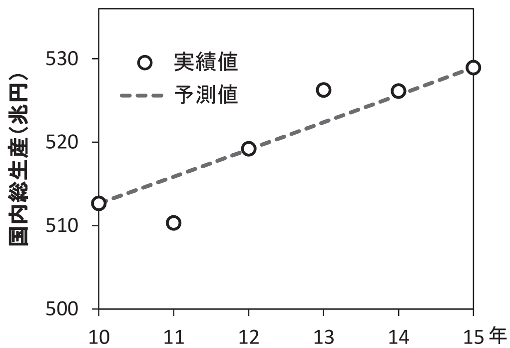

図３　日本の実質国内総生産の実績値と予測値との比較

2．3　幾何平均の注意点

以上ではHDD容量の平均倍率の計算を示した。ここで、その計算式の中の「倍率」データを原始の「容量」データに変形してみる。

$$\text{平均倍率}\quad \sqrt[5]{\mathbf{1.5\times1.7\times2\times2\times2}}=\sqrt[5]{\frac{\mathbf{12}}{\mathbf{8}}\times\frac{\mathbf{20}}{\mathbf{12}}\times\frac{\mathbf{40}}{\mathbf{20}}\times\frac{\mathbf{80}}{\mathbf{40}}\times\frac{\mathbf{160}}{\mathbf{80}}}=\sqrt[5]{\frac{\mathbf{160}}{\mathbf{8}}}=\mathbf{1.8206}\quad(\text{倍})$$

このことから、幾何平均の計算方法では、出発点と終着点のデータだけを利用し、その中間のデータは全く利用していないことがわかる。そうなると、同じ幾何平均であっても、中間の変化が極めて異なることがある。また、出発点と終着点の選び方によっては、幾何平均が大きく変わることがある。更に、データのパターンによっては、幾何平均で予測を行う時に誤差が大きい問題がある。

表４は仮想した時系列データ、その時系列データから算出された対前期差、対前期比を示している。対前期差が増加し、対前期比が減少しているので、「一定の量で増加している」とも「一定の比で増加している」とも言い難いだろう。

表４　仮想の時系列データと増え方

時期	データ	対前期差	対前期比
0	10	－	－
1	25	15	2.5
2	50	25	2.0
3	80	30	1.6
4	120	40	1.5
算術平均		27.5	－
幾何平均		－	1.86

このような「一定の量で増加している」でも「一定の比で増加している」でもない時系列データ

の推移と対前期差の算術平均による予測、対前期比の幾何平均による予測との比較を図４に示す。出発点と終着点を除けば、算術平均による予測は常に時系列データの上方に、幾何平均による予測は常に時系列データの下方にあり、両方とも決して適した予測ではないことが示されている。この場合、最小二乗法[7]を用いれば、より適切に予測できると考えられる。

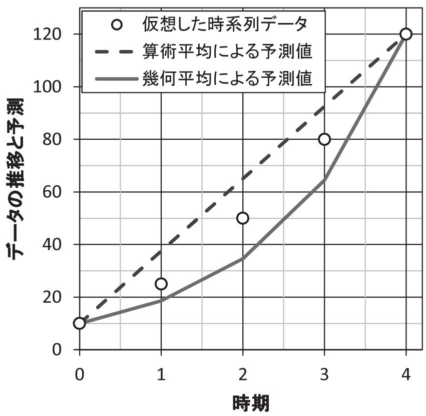

図４　仮想の時系列データとその予測

３　幾何平均の主要な特徴

３．１　幾何平均と算術平均の値の大小比較

幾何級数的増加（減少）のデータの平均値、または幾何級数的増加（減少）のデータの倍率の平均値を求めるには、幾何平均を用いるが、幾何平均と算術平均のどちらを取ることもできる場合、幾何平均は算術平均と比較するとどんな特徴があるのか、どんな場合に幾何平均を用いるべきかを考えてみる。

ここでは２変量xとyが共に０～10の値を取り、仮にその和（x＋y）が常に10であるとする。その時の両者の幾何平均と算術平均の値の大小比較を図５に示す。

算術平均は常に５である。xとyが共に５である時も勿論、一方の値が小さくなる時でも、もう一方の値が同等に大きくなれば、平均値が５のまま維持できる。たとえ一方の値が０であっても、もう一方の値が10であれば、平均値が依然として５となる。このことから、算術平均は「長を取り、短を補う」性格を持っているとされている。

7　最小二乗法とは実績値の組（時期、データ）を、想定される一次関数y＝ax＋b、指数関数y＝a×exp（bx）などの特定の関数を用いて近似するときに、残差（実績値と予測値との差）の二乗和が最小になるような係数（aとb）を決定する方法である。計算が複雑であったが、現在では、Excelの「近似曲線の追加」における、「線形近似」や「指数近似」などで、想定される近似曲線と近似式が簡単に得られる。

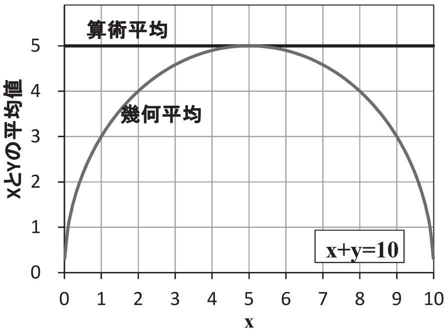

図５　幾何平均と算術平均の値の大小比較

一方、幾何平均は常に算術平均の以下にある[8]。xとyが共に５である時にだけ、幾何平均が５であり、最大値となる。xとyのどちらかの一方の値が小さくなるにつれて、もう一方の値がその分大きくなっても、幾何平均が小さくなる。

特に、片方の値がゼロに近くなると、幾何平均がゼロに向かって急激に減少する。この点では、幾何平均は調和平均と同様に大きい値からの貢献が小さく、小さい値に左右される特徴を持つ。このことから、幾何平均は「バランスを奨励し、弱点を厳罰する」性格を持っていると評価されている。

例えば10点満点の２科目のテストが行われたとする。１点と９点を取ったとき、算術平均で評価するなら５点であるが、幾何平均では３点としか評価できない。更に、１科目が０点であれば、もう１科目が満点の10点を取ったとしても、幾何平均が０点となる。

このように、幾何平均と算術平均は、目的に応じて適切に利用されることが大切である。

３．２　幾何平均と対数の算術平均との一致性

式１の両辺の対数[9]を取ると、幾何平均の対数は、各データの対数の算術平均となる（式２）。即ち、各データの対数の算術平均の逆対数[10]は幾何平均に等しい（式３）。

$$\mathbf{lnG} = \frac{1}{n}\ln(x_1 x_2 \cdots x_n) = \frac{\ln(x_1) + \ln(x_2) + \cdots + \ln(x_n)}{n} \qquad \text{（式２）}$$

8　$\frac{a+b}{2} - \sqrt{ab} = \frac{1}{2}(a+b-2\sqrt{ab}) = \frac{1}{2}(\sqrt{a}-\sqrt{b})^2 \geq 0$ より、$\frac{a+b}{2} \geq \sqrt{ab}$ となり、等号はa＝bの時に成立する（式中a, b＞０）。これは算術・幾何平均不等式と呼ばれ、最大値・最小値を求めるのによく利用される。つまり、aとbの和が一定であればaとbの積は最大値、aとbの積が一定であればaとbの和は最小値を持ち、その時、a＝bである。

9　任意の底（正の数、１ではない）の対数を取ることができるが、本稿では自然対数にした。

10　正の数xの自然対数はy＝ln（x）で表されるが、x＝exp（y）は、自然対数yの真数または逆対数と呼ばれる。また、対数関数の逆関数は指数関数であるため、自然対数yの逆対数は自然指数関数である。

$$G = \exp\left(\frac{\ln(x_1) + \ln(x_2) + \cdots + \ln(x_n)}{n}\right) \quad \text{（式３）}$$

HDDの平均容量は、対数の算術平均で次のように計算される。

$$\frac{\ln 8 + \ln 12 + \ln 20 + \ln 40 + \ln 80 + \ln 160}{5} = \frac{2.08 + 2.48 + 3 + 3.69 + 4.38 + 5.08}{5} = 3.45$$

$$\exp(3.45) = 31.5 \quad \text{(GB)}$$

この値は、表２に幾何平均で求められた平均容量と一致している。

３．３　幾何平均と算術平均と調和平均の関係

２つの数a、bの算術平均 $A = \frac{a+b}{2}$ 、調和平均[11] $H = \frac{2ab}{a+b}$ 、および幾何平均 $G = \sqrt{ab}$ の三者には、以下の関係がある。

$$G = \sqrt{AH}$$

即ち、２つの数の幾何平均は、その算術平均と調和平均の幾何平均に等しい。

おわりに

国内総生産や人口、ハードディスク容量のような時系列データは、一定の比で増加する幾何級数的増加に当たる。一方、刺激の物理量の幾何級数的増加に対して、人間が感じ取れる感覚量は算術級数的増加であるものがある。この場合、人間の感覚に合わせるために、このようなデータを幾何級数的増加として扱うことになる。

このような幾何級数的増加（減少）型のデータの平均値を求めるには、幾何平均を用いる。一方、時系列データの場合、一般的に期間ごとに異なる増加率が示される。複数期間の異なる増加率の平均増加率を求めるにも、幾何平均を用いる。ただし、増加率の平均は、まず倍率に直してから幾何平均で平均倍率を求め、それから平均倍率より平均増加率に換算しなければならない。

幾何平均は出発点と終着点のデータだけを利用しているので、幾何平均が同じであっても、中間の変化が全く異なることがある。また、出発点と終着点の選び方によっては、幾何平均の値が大きく変わることがある。更にデータのパターンによっては幾何平均で予測を行う時に大きな誤差が生

11　調和平均とは「逆数の算術平均の逆数」であり、aとbの調和平均は、$H = \frac{1}{\frac{\frac{1}{a}+\frac{1}{b}}{2}} = \frac{2}{\frac{1}{a}+\frac{1}{b}} = \frac{2ab}{a+b}$ で計算される（aとbは正数である）。調和平均に関するより詳細な解説は、著者の「平均の意味と正確な計算方法に関する浅見　－調和平均の例解を中心に－」[2]を参照する。

じる場合がある。

　幾何平均は常に算術平均の以下である特徴がある。また、「長を取り、短を補う」の算術平均に対して、幾何平均は「バランスを奨励し、弱点を厳罰する」の性格を持っている。目的に応じて適切に利用されることが大切である。

　最後に、本稿の執筆にあたっては、旭川大学経済学部安藤均教授より数多くの有益な助言を頂いた。ここに深く感謝を申し上げたい。勿論、論文に含まれる誤りはすべて筆者の責任に帰する。

参考文献

１）日本経済新聞「大学生４人に１人、平均の意味理解せず」（2012. 2. 24掲載）、http://www. nikkei. com/article/DGXNASDG24024_U2A220C1000000/、（2013. 6. 23アクセス）
２）張興和「平均の意味と正確な計算方法に関する浅見　－調和平均の例解を中心に－」、『旭川大学経済学部紀要』第73号、pp.21-34（2014.3）
３）日本経済新聞「旧新潟貯蓄銀の100年定期、満期到来　でも…『すずめの涙』」、（2015. 12. 29掲載）、http://www. nikkei. com/article/DGXLASDG29H15_Z21C15A2CR8000/、（2016. 1. 10アクセス）
４）電波プロダクトニュース、http://www. dempa. co. jp/、（2016. 8. 21アクセス）
５）秋元明「ダニエル・ベルヌイの限界効用概念に関する一考察」、『政経論叢』第81巻第３・４号、pp.353-370（2013.3）
６）今井四郎、大黒静治『心理学入門』、アカデミア出版会（京都）、（2005.4）
７）内閣府統計データ、http://www. esri. cao. go. jp/jp/sna/data/data_list/sokuhou/files/2016/qe162/gdemenuja.html、（2016. 8. 13アクセス）

要旨

経済分析における幾何平均の活用
－事例を重視した教材研究を中心に－

張　　興　和

「大学生数学基本調査」を切っ掛けに、「平均」に関する教材研究を始めたが、本稿では幾何級数的増加型のデータの平均値を求めるのに用いられる幾何平均を取り上げた。

情報化社会の今日を考えて身近にあるハードディスクの容量の推移を事例として、幾何平均とは何か、なぜ算術平均がダメか、どのように計算するか、注意点は何かなどを述べた。

なお、日本の実質国内総生産の実績値を用いて、平均成長率の計算方法、幾何平均による予測値と実績値との比較を示し、幾何平均による予測の可能性を論じた。

キーワード：幾何級数的増加、幾何平均、相乗平均、算術平均、平均成長率

Abstract

The application of the geometric mean in the economic assessment
- Mainly on a teaching materials sdudy attaching importance to an example -

Xinghe Zhang

Prompted by “Basic investigation about the mathematics for univesity students", I began a teaching materials study on “mean". In this paper, the geometric mean that was used to find the mean of the data of the geometric increase type was taken.

Because I thought about now that was information society, a change of the capacity of the hard disk was chosen as an example familiar. What is the geometric mean? Why is the arithmetic mean no use? How is it calculated? What is the attention? They were expressed.

In addition, using the actual values of the real gross domestic product of Japan, the calculation method of the mean growth rate, and the comparison between actual values and predicted values by geometric mean was shown. The possibility of the prediction by the geometric mean was discussed.

Key words： geometric increase, geometric mean, arithmetic mean, mean growth rate